

Artigo apresentado no 1º Congresso Internacional de Uso da
Biomassa Plantada para Produção de Metais e Geração de
Eletricidade – Belo Horizonte - MG - 2001

**GERAÇÃO REGIONALIZADA DE ENERGIA, EM POTÊNCIAS
INFERIORES A 1 MW_e, A PARTIR DA GESTÃO DO RESÍDUO DE
BIOMASSA CASCA DE ARROZ.**

HOFFMANN, Ronaldo & PRETZ, Ricardo.

Centro de Tecnologia - Universidade Federal de Santa Maria

Santa Maria – RS – 97 105-900

Fone: 55 220-8691

Fax: 55 220-8030

hoffmann@ct.ufsm.br

RESUMO.

O estudo desenvolve uma avaliação da geração termoelétrica regionalizada, em pequena escala e a partir dos resíduos agrícolas existentes em fontes locais de pós-colheita, beneficiamento e transformação da produção primária de arroz. O trabalho está apoiado na adequação técnico-tecnológica, na viabilidade econômico-financeira e no inventário da disponibilidade de biomassa.

Para subsidiar as informações com dados, fez-se uma varredura das principais tecnologias existentes, suas disponibilidades e custos, e aplicou-se um questionário específico, dirigido ao diagnóstico energético das empresas analisadas. Esses números alimentam as simulações efetuadas para os casos reais.

As avaliações econômicas utilizam-se de dois índices: a TIR e o *payback*, ambos descontados a uma taxa empregada como mínima de atratividade econômica. Um maior prazo de financiamento e percentual de participação nos itens financiados é desejável para alavancar projetos termoeletrônicos dessa natureza.

Alternativas tecnológicas, como de gaseificação, e a associação de empresas geradoras de resíduo potencialmente combustível, são recomendáveis especialmente para escalas inferiores a 200 kW_e de potência instalada.

É, ainda, perfeitamente aplicável a projetos de geração termoeletrica de pequeno porte, especialmente em configuração de auto consumo, em empresas que disponham de resíduos agrícolas distintos da casca de arroz. Tais resíduos podem ser próprios, de unidades próximas, ou em conjunto com outras plantas agroindustriais, o que abre novos caminhos para a gestão ambiental através da geração integrada de biotermoeletricidade.

ABSTRACT.

The study develops an evaluation of the regionalised small-scale thermoelectrical power generation, by using the local existent agricultural residues from benefiting and transformation procedures of rice production. The work is based on the technician-technological settle down, the economic-financial viability, and the inventory of the residual biomass disponibility.

To provide the system with information data, a survey of the main existent technologies are made, and the readiness and cost are saved. Also a specific questionnaire was applied, intended to obtain an energy diagnosis of the analysed companies. Those numbers feed the simulations that are made based on real cases.

The economic evaluations make use of two indexes: the real discount rate (*RDR*) and the *Payback*, both discounted for a minimum economic attractiveness. Increasing the financing period and percentage of participation in the financed items is desirable to improve thermoelectrical project competitiveness.

Technological advancing like gaseification, and association of some companies that are potentially fuel residue generators, are alternatives to power plants, especially recommended for scales lower than 200 kW_e.

It is perfectly applicable to small-scale power generation projects, especially in self-consumer configuration, alone or together with other enterprise. Also to companies that used their own or nearby agricultural residues other than rice husks. This can open new opportunities for the residue administration by the biotermoelectricity generation way.

1. INTRODUÇÃO.

Avaliações da Secretaria de Agricultura e Abastecimento e Secretaria de Minas, Energia e Comunicação, dão conta que o meio rural do Estado do Rio Grande do Sul ainda carece de fornecimento de energia elétrica. Para estes possíveis consumidores, o custo da extensão da rede de distribuição e a indisponibilidade de potência, são graves problemas que impedem ou dificultam o acesso a tal energia.

Essa conjuntura afeta também as pequenas cidades situadas nas vizinhanças, cujas regiões já estão mapeadas, aparecendo como zonas de pouca, nenhuma ou mesmo deficitárias com relação a disponibilidade de energia elétrica.

Em termos de localização no Estado, pode-se situar os pontos críticos em maior densidade, nas regiões Centro-Oeste, Sul-Sudoeste, Serrana do Nordeste e Costeira.

Por outro lado, muitos dos sítios rurais com problemas de suprimento de energia elétrica possuem, na verdade, um agravante chamado sazonalidade, isto é, uma má distribuição temporal da demanda. Em outros tantos locais, existe uma oferta de energia, sob forma principalmente de resíduos agrícolas e florestais, resultante dos processos de beneficiamento e transformação dos produtos primários.

A utilização desse potencial na geração de energia termoelétrica por intermédio de autoprodutores e produtores independentes, encontra uma barreira, tanto de ordem técnica quanto de ordem econômica, constituída pela deficiência de estudos analíticos e a carência de equipamentos viáveis, em todos os aspectos, para atenderem de forma satisfatória as faixas de potência de um emergente e real mercado gerador / consumidor.

2. A OPÇÃO BIOMASSA.

No sentido de buscar a racionalidade e o desenvolvimento, conduzindo a uma perspectiva de maior eficiência no uso do recurso natural, a biomassa aparece, para o Rio Grande do Sul, como o grande ponto a ser trabalhado, pois, além de ser o segundo item em importância na matriz energética e exibir os menores rendimentos de transformação - e portanto maior campo para melhorias, é uma fonte primária com extraordinário potencial de expansão, principalmente por:

- a- ser o Estado um grande gerador de resíduos agrícolas;

- b- ter vasta experiência florestal;
- c- e possuir um parque industrial razoavelmente desenvolvido e passível de mobilização [Nodari, 1996].

É, sem dúvida, necessário que se estabeleça uma completa estrutura de apoio - como pesquisa e desenvolvimento de tecnologia, planejamento e gestão de recursos e financiamento - ao emprego de biomassa em grande escala [Elliott e Booth, 1990 e Carpentieri et al., 1992], notadamente no incremento da base térmica de geração de energia elétrica.

Entretanto, o uso de biomassa exclusiva para termoeletricidade em grandes unidades, do ponto de vista estratégico, deve ser precedido pela criação de um mercado pioneiro, baseado na biomassa que está sobrando - e poluindo, isto é, os resíduos. Nesses, o custo de aproveitamento por kWh gerado é naturalmente menor.

Isso se aplica tanto para o custo de investimento quanto, especialmente, para o de operação – podendo-se aproveitar as instalações de vapor já existentes em muitas indústrias, ativas ou não, representando, deste modo, poucos riscos ao investimento. Ao mesmo tempo servem como divulgação e disseminação do processo termoelétrico, tendo em vista a dispersão territorial da geração de resíduos de biomassa. Uma política bem conduzida neste sentido, certamente alavancaria a chamada dendroenergia, ou floresta energética, a partir da gestão de resíduos disponíveis [DOE, 1996].

Quanto à disponibilidade de resíduos de biomassa, passível de emprego para geração termoelétrica, uma análise preliminar mostra que há grande coincidência na distribuição geográfica entre esta e aquela da demanda, possivelmente causada ou determinada pelo baixo índice de industrialização e agregação de valor. Tal distribuição ocorre, ainda, de forma descentralizada e em uma escala compatível com as pequenas potências em questão.

3. A RACIONALIZAÇÃO NA GERAÇÃO DA ENERGIA.

Uma das maneiras mais imediatas de se elevar o índice de eficiência no aproveitamento da energia existente em um combustível, é lançar mão do calor gerado, isto é, do efeito térmico manifesto em calor sensível, em grande parte jogado fora, tratado como rejeito, especialmente quando da geração termoelétrica.

Muitos processos industriais deixam de aproveitar recursos térmicos e/ou elétricos excedentes nas vizinhanças e os buscam longe, a um custo maior, gerando um consumo adicional de energia [Campos,

1992]. Agindo com racionalidade e aproveitando ao máximo o recurso energético, é possível, sem criar novas tecnologias, atingir rendimento global da ordem de 60 a 80%.

As indústrias que têm maior potencial para este tipo de exploração associada - energia térmica mais energia elétrica/mecânica - são ligadas direta ou indiretamente ao setor agrícola. Pois é justamente nesse setor da economia que se encontram grandes volumes de resíduos com potencial energético, os quais são desperdiçados ou encontram-se inexplorados.

Assim sendo existe um real potencial de geração térmico e elétrico, ou mecânico, em zonas de produção agrícola, que hoje sofrem com o déficit de abastecimento energético, de modo mais agudo, de energia elétrica. Pelas características da geração dos resíduos agroindustriais e localização de tais empresas, fica evidenciada a exploração energética em pequena e média escalas, com unidades disseminadas nessas regiões propícias e que podem ser administradas de forma mais racional, com rendimento maximizado do potencial existente no resíduo combustível existente.

4. PEQUENAS CENTRAIS TERMOELÉTRICAS.

Durante este século a geração em pequenas potências não foi suprida por equipamentos nacionais de geração eficientes, principalmente aqueles que operam termicamente a partir de fontes renováveis. Isso ocorreu em função de aspectos relacionados a políticas, e conseqüente legislação, de fornecimento de energia ancoradas em modelos centralizados, bem como aspectos culturais de não incentivo à pesquisa e desenvolvimento de tecnologia, e de economia de escala.

Em baixas potências, nada concorre com motores estacionários a diesel - pelo pequeno investimento inicial e subsídio dado ao combustível, e para potências superiores a 1 MW, as turbinas a gás têm se mostrado insuperáveis na relação de custos. Nas micro e pequenas gerações, numa fatia entre os 10 kW e 1 MW, encontra-se o que se pode chamar de "vácuo" técnico e econômico.

Esta é a questão, o ponto central, deste trabalho que, além de diagnosticar o estoque de resíduos, efetua a sistematização da análise, de modo a estabelecer uma base de cálculo econômico das alternativas tecnológicas e seus alcances, dirigida à micro e pequena escalas, as quais não possuem uma referência que auxilie na tomada de decisão, especialmente nos mercados agroindustriais.

A grande maioria dos casos demandantes, como: cooperativas agrícolas, grupos de produtores rurais, agroindústrias e pequenos

municípios, que se mostram reprimidos e/ou desatendidos em energia elétrica, estão situados naquela faixa de potência.

5. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.

Para a geração termoelétrica em pequeno porte, apresentam-se poucas opções tecnológicas, o que compromete a viabilidade econômica, uma vez que a biomassa é a fonte renovável de energia que utiliza combustíveis de baixo custo, pequeno poder calorífico, ou ainda de baixa densidade mássica - fato que impede o transporte a longas distâncias.

O presente trabalho propõe-se desenvolver um estudo da adequação técnico-tecnológica e de viabilidade econômica da geração de energia termoelétrica, de pequena escala em zonas de economia agrícola, a partir de resíduos de pós-colheita, beneficiamento e transformação agroindustrial, podendo ser adaptada a outras fontes locais de biomassa.

Adicionalmente, face às recentes alterações na legislação do setor elétrico e o surgimento de tecnologias com fabricação nacional, apresenta-se uma aproximação inovativa ao planejamento de pequenas centrais térmicas, baseada em potências não superiores a 1 MW, tendo bem presente os cenários e os efeitos energético, econômico, social e ambiental de tais empreendimentos.

6. METODOLOGIA ADOTADA.

As etapas para a construção de estudos com o resíduo casca de arroz, igualmente válidas para outros com enfoque mais amplo são:

- quantificação e localização da oferta anual de biomassa proveniente de resíduos agrícolas, das atividades de produção florestal e da agroindústria, nos pontos de geração destes resíduos;
- avaliação do potencial de geração, em pequena escala, de energia elétrica e térmica associada, e das tecnologias existentes, com demarcação dos processos disponibilizados ao setor agroindustrial; e
- análise, do ponto de vista econômico e financeiro, da alternativa de geração termoelétrica, com tecnologia nacional disponível, que apresente o maior rendimento possível.

Com as informações assim obtidas, é possível chegar-se a um quadro, ou tela, que projete as possibilidades mais confiáveis de geração

termoelétrica, a partir da gestão de resíduos de biomassa, e seus benefícios.

Especificamente em nível de empresa, segue-se ainda os passos de identificação da:

- energia nos engenhos (gerada e utilizada), mediante aplicação de questionário específico, estabelecendo a escala de disponibilidade do resíduo;
- tecnologia(s) disponível(is), restrita ao mercado nacional, uma vez que os impostos de importação impedem uma comparação mais confiável;
- investimentos e custos tecnológicos, por informações de mercado e observados critérios adicionais como a qualidade, confiabilidade e tradição dos equipamentos e empresas;
- custos fixos e variáveis envolvendo o descarte da casca de arroz, especialmente o aspecto ambiental e o custo evitado devido a sua utilização local.

A análise econômica, baseada no conjunto de dados colhidos, é efetuada a partir dos resultados das planilhas de avaliação econômica, as quais seguem rigorosamente o método construtivo recomendado por Woiler e Mathias [1992] e adaptado por Pretz [1997] à análise de centrais termelétricas, empregando-se como ferramenta auxiliar o MS-Excel 97.

Para comparar alternativas de investimento, adotam-se os valores da Taxa Interna de Retorno (TIR), aplicados a fluxos de caixa descontados, e dos tempos de retorno dos investimentos (*payback*), uma vez que aqueles índices permitem uma perfeita noção de atratividade do investimento, enquanto que esses possibilitam o estabelecimento de outros critérios, para casos em que a TIR for muito baixa ou demasiadamente significativa.

7. OS PARÂMETROS PARA AVALIAÇÃO DAS PEQUENAS TERMOELÉTRICAS.

Pela aplicação da metodologia desenvolvida, é possível avaliar a oportunidade dos empreendimentos de modo individual ou associativo, em função de variáveis de processo, volume de produção e matéria-prima, bem como a sensibilidade aos seguintes itens considerados: custo dos equipamentos; custo das matérias-primas; custo da mão-de-obra; custo financeiro; outros custos fixos e variáveis; período de carência e pagamento; aspectos tributários e incentivos; custo da energia atualmente empregada; e demais formas de lucro não operacional.

Qualquer alteração no processo industrial, ou ampliação da estrutura da empresa que demande investimentos adicionais, deve ser

avaliada quanto a sua atratividade e/ou viabilidade econômica, mantidas constantes as demais variáveis objetivas e subjetivas que possam influir no processo de decisão (facilidade ou dificuldade na obtenção de recursos, imagem da empresa, garantia e qualidade dos equipamentos, assistência técnica, facilidades de treinamento e operação, flexibilidade para futuras modificações, etc).

A diversidade de regimes operacionais e a sazonalidade de boa parte da atividade arroseira, induziram à formulação de três configurações distintas no que tange a geração e uso da energia produzida, as quais são assim resumidas (vide Tabela 1):

Condição	Potência [kW _e]				
	Arrozeira "A"	Arrozeira "B"	Arrozeira "C"	Arrozeira "D"	Arrozeira "E"
1. Caso 1.	221,16	106,53	53,08	50,13	26,54
2. Caso 2.	334,79	211,77	158,52	176,70	99,52
3. Caso 3.	300,00	190,00	132,00	96,00	131,00

Tabela 1 – Potências instaladas nas diversas condições de simulação.

- Caso 1, com queima de toda a casca excedente e geração termoelétrica em regime integral, 24 horas/dia;
- Caso 2, com queima de toda a casca excedente e geração termoelétrica em regime que acompanhe o funcionamento do engenho; e
- Caso 3, com geração termoelétrica suficiente apenas para atendimento da potência demandada e no regime do engenho, havendo possível sobra de casca.

Na estimativa dos custos totais adotados para cada parte da central termoelétrica, considerou-se somente um grupo de fornecedores de equipamentos, os quais já demonstraram uma resposta satisfatória em seus desempenhos requeridos e confiabilidade no mercado. Deve-se considerar que "a escolha de qual tecnologia é a mais adequada para uma determinada situação, está muito mais relacionada com sua aplicabilidade do que com o mérito técnico envolvido em qualquer uma das tecnologias mencionadas" [Pretz, 1996].

Essa seleção levou a um conjunto formado por: queimador pirolítico e caldeira com superaquecedor (pressão 22 atm e temperatura 350 °C); turbina a vapor em condensação e de simples estágio; e gerador síncrono (4 polos, frequência 60 Hz a 1800 rpm). Em média, tal conjunto apresenta rendimento global de transformação estimado em 15% ($\eta_g=0,15$).

Objetivando facilitar e dar maior precisão à análise, os conjuntos gerador de vapor, turbina-redutor, gerador elétrico, painéis e outros, incluídos seus respectivos acessórios, foram divididos em faixas de acordo

com a vazão de vapor e escala de potência instalada. Tal procedimento deve-se, ainda, aos padrões disponibilizados pelos fornecedores.

As condicionantes econômicas de financiamento adotadas baseiam-se no programa “FINAME Especial”, do BNDES (Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social). Os índices variam com a conjuntura econômica, sendo utilizado, para a atual simulação, um período total de 8 (oito) anos, com 2 (dois) de carência, encargos básicos a TJLP (Taxa de Juros de Longo Prazo), acrescidos de 3,5% de encargos mais 3,0% de *spread*. Os níveis de participação da financiadora ficaram em 100% para equipamentos e 70% nos demais itens. Já a modalidade de financiamento adota o SAC (Sistema de Amortização Constante), com capitalização trimestral de juros durante a carência e mensal na amortização.

8. RESULTADOS E CONCLUSÕES.

De uma forma geral, pode-se afirmar que a metodologia empregada para a avaliação econômica de micro e pequenas centrais termoelétricas à biomassa, mostrou-se frágil para a escala individual e não permite analisar com a sensibilidade pretendida os investimentos, conduzindo apenas a uma apreciação preliminar da atratividade do investimento, em âmbito meramente econômico e financeiro, como mostram os resultados da Tabela 2.

Condição	TIR (%)				
	Arrozeira “A”	Arrozeira “B”	Arrozeira “C”	Arrozeira “D”	Arrozeira “E”
1. Caso 1.	7	Inviável	Inviável	Inviável	Inviável
2. Caso 2.	13	Inviável	Inviável	Inviável	Inviável
3. Caso 3.	400	1	Inviável	Inviável	Inviável

Tabela 2 – Valores da TIR para as diversas condições de simulação.

Igualmente mostra-se instável frente a alterações das condições técnico-econômicas, para as quais pequenas oscilações conduzem a grandes variações nas expectativas e respostas. Tudo aponta para a necessidade de análises individuais mais profundas, no sentido de obter-se conclusões seguras na gestão caso a caso.

As principais conclusões advindas da análise econômica de investimento são as seguintes:

- apresenta grande instabilidade devido à rápida flexão existente no fluxo de caixa, em decorrência da drástica mudança apresentada nas relações de custo/benefício ao longo dos períodos de financiamento;
- a própria taxa de desconto já induz os indicadores a valores pequenos, principalmente de TIR, os quais oscilam brutalmente, tornando a análise de sensibilidade bastante complexa. Considerando-se que os valores de fluxo de caixa encontram-se descontados a TJLP, quaisquer valores de TIR que superem a expectativa de capitalização real de mercado tornam o investimento atraente;
- colaboram para tal impacto, as características de baixos montantes investidos versus grandes oscilações de retorno em fluxo de caixa. Esses fatos levam, em alguns casos, a que pequenas variações (de 4%) no valor total do investimento, expresso em termos de fluxo de caixa, causem grandes alterações nos valores finais da TIR (desde números negativos até 1000 %, durante o período de financiamento);
- a questão dos prazos de financiamento e do percentual de participação do órgão financeiro, evidenciam-se como problemas cruciais para a viabilização das pequenas unidades produtoras de energia termoeletrica. Um prazo maior, que permita um Payback positivo, e uma participação de 100 % em todos os itens financiados podem viabilizar uma infinidade de projetos, sem a necessidade de subsídios diretos, ativando um mercado interessantíssimo sob todos os aspectos. Tal incremento da atividade produtiva tende a baixar os custos fixos do investimento, assim como de alguns itens de manutenção, trazendo como consequência a melhoria do desempenho econômico dos projetos industriais;
- as observações anteriores levam, também, ao desenvolvimento de hipóteses quanto à interferência e ao caráter das tecnologias, responsáveis por quase a integralidade dos investimentos, nas escalas em que se apresentam os investimentos. Há um forte indício de que em potências abaixo dos 200 kW, o emprego de tecnologias de turbina a vapor em ciclo convencional, sob a ótica do investidor e nas condições de retorno previamente estabelecidas, afastam-se de indicadores positivos;
- igualmente, o presente estudo reforça a tese de que sistemas, como a locomóvel e o motor a vapor, estão em processo de decadência, pois empregam caldeiras de mesmo custo que em sistemas com turbinas em condensação e apresentam, eles próprios, custos superiores às pequenas turbinas, ou um rendimento menor e, por consequência, quantidades muito menores de energia gerada (em torno de 2,5 kg de casca por kWe gerado, contra 1,5-1,8 kg em processos mais atuais, ou possíveis 1,2 kg em tecnologias mais avançadas);

- a manutenção, principalmente da mão-de-obra associada aos custos variáveis, foi observada como um dos principais fatores em si, não exatamente sob o ponto de vista dos montantes obtidos em termos de custos para as plantas individuais, mas porque esses se mantêm praticamente os mesmos para todas as alternativas de potência analisadas, variando mais significativamente quanto ao tempo de operação;
 - os custos variáveis sempre consideraram a contratação de mão-de-obra para a operação, não levando em conta o aproveitamento de funcionários das empresas para a operação da planta, através de treinamento específico, fato que conta negativamente em todas as alternativas de investimentos analisadas;
 - os custos ambientais podem vir a ser poderosos critérios de lucro não operacional a serem adicionados ao processo de viabilização do investimento. Obviamente tais condições seriam drasticamente alteradas se computados outros benefícios não avaliados neste trabalho, como os ganhos sociais e, principalmente, o incremento de produção pela operação em horário de ponta, ou ainda a disponibilização de calor de processo, a custo “zero”, nas unidades agroindustriais de amostragem (cogeração); e
 - se, por um lado, as TIRs obtidas são ruins, e mesmo “incalculáveis” do ponto de vista econômico empresarial, essas podem apresentar-se interessantes quando observadas pela metodologia ASP (análise social de projetos), o que foge do escopo da presente análise.
-

BIBLIOGRAFIA.

AAE/Agência para Aplicação de Energia, 1996. “**Manual de administração de energia**”, CESP, São Paulo, vol 1, 32 p.

_____, 1998. “**Manual de administração de energia**”, CESP, São Paulo, vol 3, 47 p.

Camargo, Ivan M. de Toledo, 1998. “**Noções básicas de engenharia econômica: aplicações ao setor elétrico**”, FINATEC, Brasília, 160 p.

Campos, Júlio C. C., 1992. "Co-geração como técnica de conservação de energia", **ABRAVA**, São Paulo, n. 129, ano 16, pp. 25-30.

Carpentieri, A. E. et al., 1992. "Prospects for sustainable, utility-scale biomass-based electricity supply in northeast Brazil", **Princeton University, Center for Energy and Environmental Studies**, USA, Report n. 270, 52 p.

CIENTEC – Fundação de Ciência e Tecnologia, 1986. “**Aproveitamento energético da casca de arroz**”, relatório final do projeto de pesquisa CIENTEC-FINEP, Porto Alegre, 170 p.

DOE (U. S. Department of Energy), 1996. "DOE Biomass Power Program - Strategic Plan 1996-2015", **Office of Solar Thermal, Biomass Power, and Hydrogen Technologies**, Washington, dec. 1996, 13 p.

Elliott, Philip & Booth, Roger, 1990. "Sustainable biomass energy", **Selected Papers, Shell Centre**, London, 11 p.

Hoffmann, Ronaldo & Bristoti, Anildo, 1994. "Fontes renováveis de energia e o desenvolvimento sustentável - Uma proposta para o Estado do Rio Grande do Sul", **I Congresso Latinoamericano Sobre Energias Alternativas**. Córdoba, Argentina, anais eletrônicos.

Johanson, Thomas B. et al., 1993. "**Renewable energy: sources for fuels and electricity**", Island Press, Washington, DC, cap. 1, 2, 14, 15, 16, 17 e 18.

Moreira, José R. et al., 1996. "Foro Permanente das Energias Renováveis - Plano nacional de energias renováveis: biomassa", **O uso da biomassa no Brasil - Potenciais para uma política de desenvolvimento regional**, ed. Eletrônica CENBIO, São Paulo, 92 p.

Nodari, Iberê L., 1996. "**Estado da arte e perspectivas na geração termelétrica via biomassa no Estado do Rio Grande do Sul**", Dissertação de Mestrado PROMEC / UFRGS, Porto Alegre, 130 p.

Pretz, Ricardo, 1996. "Papel da biomassa energética no desenvolvimento de comunidades", **II Fórum de Energia e Meio Ambiente**, Santa Maria, anais pp. 175-182.

_____(elab.), 1997. "Geração termoelétrica à biomassa", **Caminhos para o desenvolvimento - RS Emprego**, Perfis de Oportunidades de Investimentos (POI), Governo do Estado do Rio Grande do Sul e UFRGS, Porto Alegre, 95 p.

Woiler, Samsão & Mathias, Washington F., 1992. "**Projetos: planejamento, elaboração, análise**", Editora Atlas S. A., São Paulo, 294 p.